

**Abschnitt 1. Teilweise ausgefülltes Kill Sheet – Manometer Interpretationen**

Die Manometer Interpretationsübungen basieren auf teilweise ausgefüllten Kill Sheets, mit allen zur Beantwortung der Fragen nötigen Angaben.

Alle Fragen basieren auf den Angaben der Hübe, der Pumprate, des Gestänge- und Ringraumdruckes zu einem bestimmten Moment der Totpumpoperation. Eine oder mehrere dieser Angaben können Anzeigen wie weiter vorzugehen ist. Die Möglichkeiten sind als Multiple-Choice Antworten gegeben.

Veränderungen im Ringraum- und/bzw. Gestängedruck sind nur dann zu bewerten, wenn –

- Der in den Fragen gegebene Ringraum- und/oder Gestängedruck unter den erwarteten Werte(n) liegt, oder
- Der in den Fragen gegebene Ringraum- und/oder Gestängedruck 5 bar oder mehr oberhalb des(r) erwarteten Werte(s) liegt.

Abschnitt 2. Formeln zur Berechnung**Verwendete Abkürzungen**

| | | |
|--------|---|-------------------------------------|
| l/m | = | Liter pro Meter |
| l/min | = | Liter pro Minute |
| l/Hub | = | Liter pro Hub |
| BOP | = | Blowout Preventer |
| BHP | = | Bohrlochsohlendruck |
| m | = | Meter |
| m/hr | = | Meter pro Stunde |
| m/min | = | Meter pro Minute |
| LOT | = | Leak-off Test |
| MAASP | = | Maximal erlaubter Ringraumkopfdruck |
| kg/l | = | Kilogramm pro Liter |
| bar | = | Bar (Druck) |
| bar/m | = | Bar pro Meter |
| bar/hr | = | Bar pro Stunde |
| SICP | = | Casingeinschließdruck |
| SIDPP | = | Gestängeeinschließdruck |
| SPM | = | Hübe pro Minute |
| TVD | = | Vertikale Teufe |
| 10.2 | = | Konstanter Faktor |

1. Hydrostatischer Druck [bar]

$$\frac{\text{Flüssigkeitsdichte [kg/l]} \times \text{vertikaler Teufe [m]}}{10,2}$$

2. Spüldichte [kg/l]

$$\text{Druckgradient [bar/m]} \times 10,2$$

3. Druckgradient [bar/m]

$$\frac{\text{Flüssigkeitsdichte [kg/l]}}{10,2}$$

4. Formationsdruck [bar]

$$\text{Hydrostatischerdruck im Strang [bar]} + \text{Gestängeeinschließdruck [bar]}$$

5. Pumpenleistung [l/min] effektiv

$$\frac{\text{Pumpenvolumen [l/Hub]} \times \text{Pumpenhübe [Hübe/min]} \times \text{volumetrischen Wirkungsgrad [%]}}{100}$$

6. Ringraumaufrtriebsgeschwindigkeit [m/min]

$$\frac{\text{Pumpenleistung [l/min]}}{\text{Ringrauminhalt [l/m]}}$$

**7. ECD (Spüldungsdichtegleichwerte) [kg/l]**

$$\frac{\text{Ringraumdruckverluste (bar)} \times 10,2}{\text{vertikale Teufe (m)}} + \text{Spüldungsdichte (kg/l)}$$

8. Sicherheitszuschlag für Spülung [kg/l]

$$\frac{\text{Druckzuschlag [Safety Margin] (bar)} \times 10,2}{\text{vertikale Teufe (m)}} + \text{Spüldungsdichte (kg/l)}$$

9. Neuer Pumpendruck (bei Hubänderung) [bar]

$$\left(\frac{\text{neue H\ddot{u}be}}{\text{alte H\ddot{u}be}} \right)^2 \times \text{alter Pumpendruck [bar]}$$

10. Neuer Pumpendruck (bei Dichteänderung) bar]

$$\frac{\text{reduzierter Pumpendruck [bar]} \times \text{Totpumpspüldungsdichte [kg/l]}}{\text{Alte Spüldungsdichte [kg/l]}}$$

11. Maximale Spüldungsdichte [kg/l]

$$\frac{\text{Leak Off Testdruck [bar]} \times 10,2}{\text{vertikale Rohrschuhteufe [m]}} + \text{Testspüldungsdichte [kg/l]}$$

12. MAASP [bar]

$$\frac{(\text{max. Spüldungsdichte [kg/l]} - \text{derzeitige Spüldungsdichte [kg/l]}) \times \text{vertikale Rohrschuhteufe [m]}}{10,2}$$

13. Totpumpspüldungsdichte [kg/l]

$$\text{alte Spüldungsdichte} + \frac{\text{Gestängeeinschließdruck (bar)} \times 10,2}{\text{vertikale Teufe (m)}}$$

14. Anfangszirkulationsdruck [bar] ICP

15.

$$\text{Gestängeeinschließdruck (SIDPP) [bar]} + \text{reduzierter Pumpendruck (SCR) [bar]}$$

16. Endzirkulationsdruck [bar] FCP

$$\frac{\text{reduzierter Pumpendruck [bar]} \times \text{Totpumpspüldungsdichte [kg/l]}}{\text{Alte Spüldungsdichte [kg/l]}}$$

17. Barittmenge zur Dichterhöhung [kg/l]

$$\frac{(\text{Totpumpspüldungsdichte [kg/l]} - \text{alte Spüldungsdichte [kg/l]}) \times 4,2}{4,2 - \text{Totpumpspüldungsdichte [kg/l]}}$$

18. Aufstiegs geschwindigkeit von Gas [m/Std]

$$\frac{\text{Anstieg des Gestängedruckes [bar/Std]} \times 10,2}{\text{Spüldungsdichte [kg/l]}}$$

19. Gasgesetz von Boyle-Gay Lusac

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 \quad P_2 = \frac{P_1 \times V_1}{V_2} \quad V_2 = \frac{P_1 \times V_1}{P_2}$$

**20. Druckabfall pro Meter trocken (dry) ausgebautes Gestänge [bar/m]**

$$\frac{\text{Spüldichte [kg/l]} \times \text{metallische Verdrängung [l/m]}}{(\text{Rohrinhalt [l/m]} - \text{metallische Verdrängung [l/m]}) \times 10,2}$$

21. Druckabfall pro Meter voll (wet) ausgebautes Gestänge [bar/m]

$$\frac{\text{Spüldichte [kg/l]} \times (\text{metallische Verdrängung [l/m]} + \text{Gestängeinhalt [l/m]})}{(\text{Rohrinhalt [l/m]} - (\text{metallische Verdrängung [l/m]} + \text{Gestängeinhalt [l/m]})) \times 10,2}$$

22. Spiegelabfall beim Ausbau der restlichen Schwerstagen (offen / dry) (m)

$$\frac{\text{Länge Schwerstagen (m)} \times \text{Verdrängung offen (l/m)}}{\text{Riser oder Rohrinhalt (l/m)}}$$

23. Spiegelabfall beim Ausbau der restlichen Schwerstagen (geschlossen / wet) (m)

$$\frac{\text{Länge Schwerstagen (m)} \times \text{Verdrängung geschlossen (l/m)}}{\text{Riser oder Rohrinhalt (l/m)}}$$

24. Länge des ausbaubaren Gestänges (offen / dry) bevor die Bohrung zu fließen beginnt (m)

$$\frac{\text{Druckdifferenz [bar]} \times (\text{Rohrinhalt [l/m]} - \text{metallische Verdrängung Strang [l/m]}) \times 10,2}{\text{Spüldichte [kg/l]} \times \text{metallische Verdrängung Strang [l/m]}}$$

25. Länge des ausbaubaren Gestänges (geschlossen / wet) bevor die Bohrung zu fließen beginnt (m)

$$\frac{\text{Überbalance (bar)} \times [\text{Riser oder Rohrinhalt (l/m)} - \text{geschlossene Verdrängung (l/m)}] \times 10,2}{\text{Spüldichte (kg/l)} \times \text{geschlossene Verdrängung (l/m)}}$$

26. Abzulassendes Volumen, um den Bohrloch-sohlendruck konstant zu halten [l]

$$\frac{\text{Druckanstieg [bar]} \times \text{originales Zuflußvolumen [l]}}{\text{Formationsdruck [bar]} - \text{Druckanstieg [bar]}}$$

27. Volumen einer Pille (Slug) [l]

$$\frac{\text{Länge des Gestänges [m]} \times \text{Gestängeinhalt [l/m]} \times \text{Spüldichte [kg/l]}}{\text{Dichte der Pille [kg/l]} - \text{Spüldichte [kg/l]}}$$

28. Tankanstieg bei Verbringen einer Pille (Slug) [l]

$$\left(\frac{\text{Dichte der Pille [kg/l]}}{\text{Spüldichte [kg/l]}} - 1 \right) \times \text{Volumen der Pille [l]}$$

29. Riser Margin (Zuschlag) (kg/l)

$$\frac{[\text{Luftraum Wasser/Plattform (m)} + \text{Wassertiefe (m)}] \times \text{Spüldichte (kg/l)} - [\text{Wassertiefe (m)} \times \text{Seewasserdichte (kg/l)}]}{\text{TVD/vertikale Teufe (m)} - \text{Luftraum Wasser/Plattform (m)} - \text{Wassertiefe (m)}}$$

30. Verlust an hydrostatischem Druck, wenn das Rückschlagventil des Rohrschuhes beim Einbau versagt

$$\frac{\text{Spüldichte (kg/l)} \times \text{Rohrinhalt (l/m)} \times \text{nicht angefüllte Rohre (m)}}{[\text{Rohrinhalt (l/m)} + \text{Ringrauminhalt (l/m)}] \times 10,2}$$